

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-321352

(P2000-321352A)

(43) 公開日 平成12年11月24日 (2000. 11. 24)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マコード* (参考)

G 0 1 S 13/34

G 0 1 S 13/34

5 H 1 8 0

B 6 0 R 21/00

7/292

A 5 J 0 7 0

G 0 1 S 7/292

G 0 8 G 1/16

C

13/93

B 6 0 R 21/00

6 2 4 B

G 0 8 G 1/16

G 0 1 S 13/93

Z

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平11-131637

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(22) 出願日

平成11年5月12日 (1999. 5. 12)

(72) 発明者 甲斐 幸一

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100073759

弁理士 大岩 増雄

Fターム(参考) 5H180 AA01 CC14 LL04 LL06

5J070 AB19 AC02 AC06 AD02 AF03

AH14 AH19 AH26 AH31 AH35

AJ13 AK32 BA01 BF02 BF03

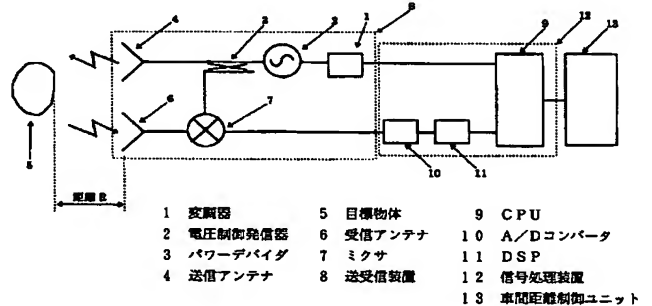
BF11 BF12 BF16

(54) 【発明の名称】 車載用レーダ装置

(57) 【要約】

【課題】 測定時に発生する偽像を削除し、また偽像の発生確率を下げることのできる車載用レーダ装置を得る。

【解決手段】 目標物体5に向けて電磁波を送信し、目標物体5から反射された電磁波を受信する送受信装置8と、上記送信電磁波と受信電磁波に基づいて目標物体との相対距離および相対速度を算出する信号処理装置12とから構成される車載用レーダ装置において、前回の測定時における目標物体との相対距離と今回の測定時における目標物体との相対距離の差分から算出される相対速度と、測定毎に送信電磁波と受信電磁波に基づいて算出される目標物体との相対速度とを比較することにより偽像を判定し、これらの偽像を出力から削除するようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 目標物体に向けて電磁波を送信し、目標物体から反射された電磁波を受信する送受信装置と、上記送信電磁波と受信電磁波に基づいて目標物体との相対距離および相対速度を算出する信号処理装置とから構成される車載用レーダ装置において、前回の測定時における目標物体との相対距離と今回の測定時における目標物体との相対距離の差分から算出される相対速度と、測定毎に送信電磁波と受信電磁波に基づいて算出される目標物体との相対速度とを比較することにより偽像を判定し、この偽像を出力から削除するようにしたことを特徴とする車載用レーダ装置。

【請求項2】 送受信装置は、三角波でFM変調した電磁波を送受信して周波数上昇時の送受信電磁波のビート信号と周波数下降時の送受信電磁波のビート信号とをそれぞれ取り出し、信号処理装置は、上記それぞれのビート信号に含まれる周波数成分に基づいて目標物体との相対速度を算出するようにしたことを特徴とする請求項1記載の車載用レーダ装置。

【請求項3】 信号処理装置は、前回の測定時における偽像の相対距離と相対速度をメモリに記憶し、今回の測定時に上記メモリ内容を参照して偽像となるような相対距離、相対速度を避けるように相対距離、相対速度を算出して偽像の出現確率を下げるようにしたことを特徴とする請求項1または請求項2記載の車載用レーダ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】 この発明は、車載用レーダ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 この種の車載用レーダ装置としては、例えば図7に示す装置が知られている。図7において、1は変調器、2は電圧制御発信器、3はパワーデバイダ、4は送信アンテナ、5は目標物体、6は受信アンテナ、7はミキサ、12は信号処理装置である。

【0003】 次に、このように構成された従来装置の動

$$R = \frac{TmC}{8B} (Fbu + Fbd), \quad V = \frac{\lambda}{4} (Fbu - Fbd) \dots (1)$$

【0005】 次に、相対距離Rと相対速度Vの分解能（離散的に出力されるデータ値の最小ステップ）をそれぞれ ΔR 、 ΔV とすると、これらは下式（2）により求められる。

$$\Delta R = \frac{C}{2B}, \quad \Delta V = \frac{\lambda}{Tm} \dots (2)$$

【0006】 ここで目標物体が複数存在する場合、周波数上昇時および周波数下降時におけるビート信号には目標物体数の周波数成分が現れる。周波数上昇時における複数の周波数成分FbuA、FbuB、・・・と周波数

*作を説明する。変調器1は三角波からなる線形のFM変調用の電圧信号を出力する。このFM変調用電圧信号により電圧制御発信器2がFM変調された電磁波を発生する。この電磁波はパワーデバイダ3により2つに分けられ、一方はミキサ6に入力される。もう一方の電磁波は送信アンテナ4から空間に出力される。送信アンテナ4から空間に出力された電磁波（送信電磁波）は目標物体5で反射され、送信電磁波に対して遅延時間Tdをもって受信アンテナ6に入力される。このとき、目標物体5がレーダ装置に対して相対速度を持つ場合、受信電磁波は送信電磁波に対してドップラシフトFdをもって受信アンテナ6に入力される。受信アンテナ6で受信した電磁波（受信電磁波）はミキサ7により送信電磁波とミキシングされ、遅延時間TdとドップラシフトFdに対応したビート信号を出力する。このビート信号から、信号処理装置12は目標物体までの相対距離と相対速度を算出する。

【0004】 次に相対距離と相対速度を算出する方法を説明する。図8は上記レーダ装置を用いた相対距離と相対速度を算出する一例の説明である。図8において、送信電磁波（実線）は送信電磁波の周波数掃引帯域幅B、変調周期TmでFM変調されている。受信電磁波（細い破線および太い破線）は送信電磁波が距離Rの位置に存在する目標物体で反射されて受信アンテナに入力されるまでの遅延時間Tdを持っている。また、目標物体が相対速度を持つとき、受信電磁波は送信電磁波に対してFdだけドップラシフトする。よってミキサ7でミキシングされたビート信号に含まれる周波数成分には、図9

(a) (b) のように、周波数上昇時 (a) には送信信号と受信信号の周波数差Fbuが含まれ、周波数下降時 (b) には送信信号と受信信号の周波数差Fbdが含まれている。上記Fbu、Fbd、Tm、Bと光速C (= 3.0×10^8 m/s)、搬送波の波長 λ (搬送波の基本周波数がF0 = 60 GHzならば $\lambda = 5.0 \times 10^{-3}$ m) により目標物体の相対距離Rと相対速度Vは下式(1)により求められる。

下降時における複数の周波数成分FbdA、FbdB、・・・から、同一物体からの周波数成分の組み合わせである(FbuA、FbdA)、(FbuB、FbdB)、・・・を選び、それぞれの組み合わせから式(1)を用いて相対距離Rと相対速度Vを求める必要がある。この際、組み合わせを間違えると問題が発生する。

【0007】 2つの目標物体A、Bが存在するとき、図10のように周波数上昇時における周波数成分としてFbuA、FbuBが、また図11のように周波数下降時における周波数成分としてFbdA、FbdBが現れ

る。ここで誤って ($FbuA$ 、 $FbdB$) の組み合わせを行った場合、この組み合わせから相対距離、相対速度を算出すると、実際に存在する目標物体 A、B 以外の相対距離、相対速度が算出されてしまう。これを偽像と呼*

$$R = Fbu + Fbd \text{ (m)}、\quad V = Fbu - Fbd \text{ (km/h)} \cdots (3)$$

となるように Tm 、 B 、 λ を決めるとする。図 12 のように相対距離 40 m、相対速度 0 km/h の物体 A と、相対距離 30 m、相対速度 0 km/h の物体 B が存在した場合、式 (3) から逆算して、

$$FbuA = 15、FbdA = 15、FbuB = 20、FbdB = 20$$

となる。

【0009】 ($FbuA$ 、 $FbdA$) と ($FbuB$ 、 $FbdB$) の組み合わせを行えば物体 A と物体 B の相対距離、相対速度は正しい値となるが、($FbuA$ 、 $FbdB$) と ($FbuB$ 、 $FbdA$) の組み合わせを行った場合には、式 (3) より、図 12 のように、相対距離 35 m、相対速度 5 km/h (離脱方向) の偽像 A と、相対距離 35 m、相対速度 -5 km/h (接近方向) の偽像 B が発生する。

【0010】この問題を軽減する方法として、例えば特開平 4-343084 号公報では FFT (高速フーリエ変換処理) などの周波数解析により、周波数上昇時における周波数成分 $FbuA$ 、 $FbuB$ および周波数下降時における周波数成分 $FbdA$ 、 $FbdB$ を抽出し、その信号レベルが各物体により差があることを利用して、信号レベル差の比較的小さい組み合わせを選び出すようにしている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上記従来のレーダ装置で 2 つの物体 A、B を検出する場合、偶然 2 つの物体 A、B の信号レベルが近いとき、すなわち周波数上昇時における周波数成分 $FbuA$ 、 $FbuB$ および周波数下降時における周波数成分 $FbdA$ 、 $FbdB$ の信号レベルがどれも等しくなるときには、信号レベル差による組み合わせの判断は不能となり、($FbuA$ 、 $FbdB$)、($FbuB$ 、 $FbdA$) という誤った組み合わせから相対距離、相対速度を算出し、偽像となることがある。

【0012】この発明は、かかる問題点を解決するためになされたもので、偽像が発生しても、それを判別し削除することができ、また、偽像の相対距離、相対速度を記憶しておくことで、次回測定時には偽像となるような周波数上昇時における周波数成分と周波数下降時における周波数成分の組み合わせをなくすることができるようにしたものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】この発明に係る車載用レーダ装置は、目標物体に向けて電磁波を送信し、目標物体から反射された電磁波を受信する送受信装置と、上記

*ぶ。

【0008】今、簡単のために、相対距離 R と相対速度 V の算出式を

送信電磁波と受信電磁波に基づいて目標物体との相対距離および相対速度を算出する信号処理装置とから構成されるものにおいて、前回の測定時における目標物体との相対距離と今回の測定時における目標物体との相対距離の差分から算出される相対速度と、測定毎に送信電磁波と受信電磁波に基づいて算出される目標物体との相対速度とを比較することにより偽像を判定し、この偽像を出力から削除するようにしたものである。

【0014】また、送受信装置は、三角波で FM 変調した電磁波を送受信して周波数上昇時の送受信電磁波のビート信号と周波数下降時の送受信電磁波のビート信号とをそれぞれ取り出し、信号処理装置は、上記それぞれのビート信号に含まれる周波数成分に基づいて目標物体との相対速度を算出するようにしたものである。

【0015】また、信号処理装置は、前回の測定時における偽像の相対距離と相対速度をメモリに記憶し、今回の測定時に上記メモリ内容を参照して偽像となるような相対距離、相対速度を避けるように相対距離、相対速度を算出して偽像の出現確率を下げるようにしたものである。

【0016】

【発明の実施の形態】実施の形態 1. 図 1 はこの発明の実施の形態 1 に係る車載用レーダ装置を利用した車間距離制御装置を示すもので、図 1 において、1 は変調器、2 は電圧制御発信器、3 はパワーデバイダ、4 は送信アンテナ、5 は目標物体、6 は受信アンテナ、7 はミキサ、8 は上記 1 ~ 4、6、7 からなる送受信装置、9 は CPU、10 は A/D コンバータ、11 は DSP、12 は上記 9 ~ 11 からなる信号処理装置、13 は車間距離制御ユニットである。

【0017】次に、上記のように構成された装置の動作を説明する。変調器 1 は図 2 のように三角波からなる線形の FM 変調用の電圧信号を出力する。電圧制御発信器 2 は上記 FM 変調用電圧信号により FM 変調され、図 3 に示すような電磁波を発生する。この電磁波はパワーデバイダ 3 により 2 つに分けられ、一方はミキサ 7 に入力される。もう一方の電磁波は送信アンテナ 4 から空間に出力される。送信アンテナ 4 から空間に出力された電磁波 (送信電磁波) は距離 R の位置に存在する目標物体 5 で反射され、図 4 のように送信電磁波 (実線) に対して距離 R に依存する遅延時間 Td をもって受信アンテナ 6 に入力される。このとき、目標物体 5 がレーダ装置に対して相対速度を持つとき、受信電磁波 (破線) は送信電磁波に対して Fd だけドップラシフトして受信アンテナ 6 に入力される。受信アンテナ 6 で受信した電磁波 (受

信電磁波)は、ミキサ7によりパワーデバイダ3からの送信電磁波とミキシングされ、上記遅延時間 T_d とドップラシフト F_d に対応したビート信号を出力する。

【0018】次に、周波数上昇時のビート信号はA/Dコンバータ10によりサンプリングされる。サンプリングされた信号はDSP11でFFT(高速フーリエ変換処理)を行い、周波数上昇時のビート信号の周波数成分を算出する。同様に周波数下降時のビート信号の周波数成分を算出し、周波数上昇時のビート信号の周波数成分と周波数下降時のビート信号の周波数成分からCPU9で目標物体5とレーダ装置との相対距離、相対速度を算出し、偽像を判定し、偽像を目標物体データから削除し、目標物体の中から追従目標物体を決定し、その相対距離と相対速度を車間制御ユニット13に送る。車間距離制御ユニット13はCPU9から送られた追従目標物体の相対距離と相対速度をもとに、スロットル開度を調整したり、ブレーキアクチュエータを作動させたりして自車両の速度を調整し、追従目標物体と安全な車間距離を保つ。

【0019】このように構成されたレーダ装置における信号処理動作を図5のフローチャートにより説明する。図5において、まず送受信装置8から出力された周波数上昇時のビート信号をA/Dコンバータ10でサンプリングし、DSP11でFFTを行い、 N_u 個の周波数成分 $F_{bu}[1]$ 、 $F_{bu}[2]$ 、 \dots 、 $F_{bu}[N_u]$ を算出する(ステップ1)。また同様に送受信装置8から出力された周波数下降時のビート信号から N_d 個の周波数成分 $F_{bd}[1]$ 、 $F_{bd}[2]$ 、 \dots 、 $F_{bd}[N_d]$ を算出する(ステップ2)。

【0020】次に、CPU9は周波数上昇時のビート信号の周波数成分 $F_{bu}[1]$ 、 $F_{bu}[2]$ 、 \dots 、 $F_{bu}[N_u]$ と周波数下降時のビート信号の周波数成分 $F_{bd}[1]$ 、 $F_{bd}[2]$ 、 \dots 、 $F_{bd}[N_d]$ の組み合わせを決定する(ステップ3)。

【0021】次に、CPU9はステップ3で決定された組み合わせから、それぞれ相対距離 R と相対速度 V を式(1)により算出する(ステップ4)。

【0022】次に、CPU9は同一物体判定を行う。すなわち算出された複数の目標物体までの相対距離と相対速度を、前回算出された複数の目標物体までの相対距離と相対速度と比較し、相対距離差と相対速度差が予め設定されたしきい値より小さいとき、同一の目標物体と判定する(ステップ5)。

【0023】次に、同一物体判定不能、すなわち同一の目標物体が見つからなかった場合、前回の目標物体を削除する(ステップ6)。

【0024】次に、同一物体判定不能の今回の目標物体は、新規出現目標物体とする(ステップ7)。

【0025】次に、同一物体判定可能の今回の目標物体は既出現目標物体とする(ステップ8)。

【0026】次に、既出現目標物体について、前回の相対距離 $R(t-\Delta t)$ と今回の相対距離 $R(t)$ の差分による相対速度 V_2 を下式(4)により算出する。ただし測定周期を Δt とする(ステップ9)。

$$V_2 = \frac{R(t) - R(t - \Delta t)}{\Delta t} \dots (4)$$

【0027】既出現目標物体について、差分による相対速度 V_2 と式1より測定毎に算出される相対速度 V と比較し、差が予め定めていたしきい値より大きい場合は偽像と判定する(ステップ10)。

【0028】次に、全ての偽像を目標物体から削除する(ステップ11)。

【0029】次に、目標物体の相対距離、相対速度をメモリに記憶する(ステップ12)。

【0030】次に、目標物体中から追従目標物体を選択し、その相対距離、相対速度を車間距離制御ユニット13に送る(ステップ13)。

【0031】上記のように構成された車載用レーダ装置において、上記段落【0010】の例と同じ状況を考える。目標物体A、Bは相対速度0 km/hのため、相対距離の時間変化はない。よって偽像A、Bの相対距離の時間変化はなく、差分による相対速度は0 km/hとなる。ところが式1により算出される相対速度 V は偽像Aは5 km/h、Bは-5 km/hとなり差分による相対速度と異なっているため、偽像と判定することができる。

【0032】上記のように構成された車載用レーダ装置においては、誤った組み合わせを行って偽像が発生したとしても、偽像だと判定して排除することができるため、偽像に対して追従走行する現象を大きく減らすことができる。

【0033】実施の形態2. 図6は実施の形態2におけるレーダ装置の信号処理動作を示すフローチャートである。まず送受信装置8から出力された周波数上昇時のビート信号をA/Dコンバータ10でサンプリングし、DSP11でFFTを行い、 N_u 個の周波数成分 $F_{bu}[1]$ 、 $F_{bu}[2]$ 、 \dots 、 $F_{bu}[N_u]$ を算出する(ステップ14)。また同様に送受信装置8から出力された周波数下降時のビート信号から N_d 個の周波数成分 $F_{bd}[1]$ 、 $F_{bd}[2]$ 、 \dots 、 $F_{bd}[N_d]$ を算出する(ステップ15)。

【0034】次に、メモリから前回の偽像の相対距離、相対速度を取り出す。(ステップ16)

【0035】次に、周波数上昇時のビート信号の周波数成分 $F_{bu}[1]$ 、 $F_{bu}[2]$ 、 \dots 、 $F_{bu}[N_u]$ と周波数下降時のビート信号の周波数成分 $F_{bd}[1]$ 、 $F_{bd}[2]$ 、 \dots 、 $F_{bd}[N_d]$ の組み合わせを行う。この際、前回の偽像の相対距離、相対速度との差がしきい値以下とならないような組み合わせを

つくる（ステップ17）。

【0036】次に、CPU9はステップ17で決定された組み合わせから、それぞれ相対距離Rと相対速度Vを式（1）により算出する（ステップ18）。

【0037】次に、CPU9は同一物体判定を行う。すなわち算出された複数の目標物体までの相対距離と相対速度を、前回算出された複数の目標物体までの相対距離と相対速度と比較し、相対距離差と相対速度差が予め設定されたしきい値より小さいとき、同一の目標物体と判定する（ステップ19）。

【0038】次に、同一物体判定不能の前の目標物体を削除する（ステップ20）。

【0039】次に、同一物体判定不能の今回の目標物体は、新規出現目標物体とする（ステップ21）。

【0040】次に、同一目標判定可能の今回の目標物体は既出現目標物体とする（ステップ22）。

【0041】次に、既出現目標物体について、前回の相対距離R（t-Δt）と今回の相対距離R（t）の差分による相対速度V2を下式（4）により算出する。ただし測定周期をΔtとする（ステップ23）。

$$V2 = \frac{R(t) - R(t - \Delta t)}{\Delta t} \dots (4)$$

【0042】既出現目標物体について、差分による相対速度V2と式1より測定毎に算出される相対速度Vと比較し、差が予め定めていたしきい値より大きい場合は偽像と判定する（ステップ24）。

【0043】次に、全ての偽像の相対距離と相対速度をメモリに記憶する（ステップ25）。

【0044】次に、全ての偽像を目標物体から削除する（ステップ26）。

【0045】次に、目標物体の相対距離、相対速度をメモリに記憶する（ステップ27）。

【0046】次に、目標物体中から追従目標物体を選択し、その相対距離、相対速度を車間距離制御ユニット13に送る（ステップ28）。

【0047】上記のように構成された車載用レーダ装置においては、異なった組み合わせを行って偽像が発生したとしても、偽像だと判定して排除することができるため、偽像に対して追従走行する現象を大きく減らすことができる。また偽像の発生確率自体を下げるができる。

【0048】ところで上記説明では、この発明を車間距離制御装置に利用する場合について述べたが、追従車両候補の相対距離、相対速度から、危険と判断したときに警報を発する車両間警報装置や、車両の前方だけでなく、車両の側方や後方を探知する車載用レーダ装置にも利用できることは言うまでもない。

【0049】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、測定毎に得られる目標物体との相対速度と、目標物体との相対距離の時間変化から得られる相対速度を比較して偽像を判別し、偽像を削除するようにしているので、より信頼性の高い車載用レーダ装置が得られる。

【0050】また、前回の測定時における偽像を記憶し、今回の測定時に偽像と近い相対距離、相対速度になるような相対距離、相対速度の組み合わせを行わないようにすることで、偽像の発生を軽減できる。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1に係る車載用レーダ装置を使用した車間距離制御装置を示すブロック図である。

【図2】 実施の形態1に使用される変調器出力を示す波形図である。

【図3】 実施の形態1に使用される電圧制御発信器の出力を示す波形図である。

【図4】 実施の形態1の送信電磁波と受信電磁波とを示す波形図である。

20 【図5】 実施の形態1に係る信号処理装置の信号処理動作を示すフローチャートである。

【図6】 この発明の実施の形態2に係る車載用レーダ装置の信号処理装置の信号処理動作を示すフローチャートである。

【図7】 従来の車載用レーダ装置を示すブロック図である。

【図8】 従来の車載用レーダ装置の送信信号と受信信号とを示す波形図である。

30 【図9】 従来の車載用レーダ装置の送信周波数上昇時および下降時のビート信号の周波数スペクトルを示す図である。

【図10】 従来の車載用レーダ装置において、2つの目標物体がある場合の送信周波数上昇時のビート信号の周波数スペクトルを示す図である。

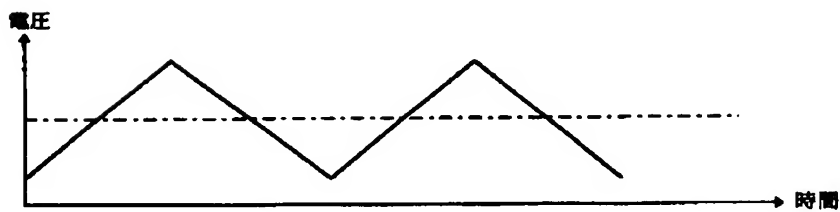
【図11】 従来の車載用レーダ装置において、2つの目標物体がある場合の送信周波数下降時のビート信号の周波数スペクトルを示す図である。

40 【図12】 従来の車載用レーダ装置において、2つの目標物体がある場合に偽像が発生する状況を説明する図である。

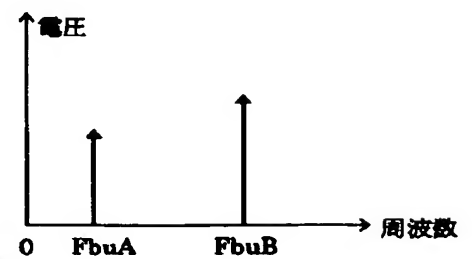
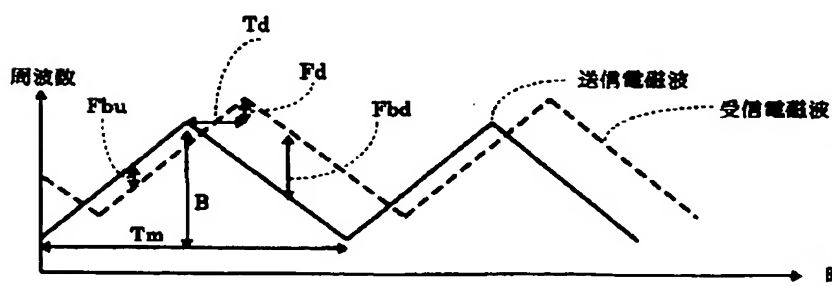
【符号の説明】

- | | |
|------------|----------------|
| 1 変調器、 | 2 電圧制御発信器、 |
| 3 パワーデバイダ、 | 4 送信アンテナ、 |
| 5 目標物体、 | 6 受信アンテナ、 |
| 7 ミキサ、 | 8 送受信装置、 |
| 9 CPU、 | 10 A/Dコンバータ、 |
| 11 DSP、 | 1 信号処理装置、 |
| 2 信号処理装置、 | 13 車間距離制御ユニット。 |

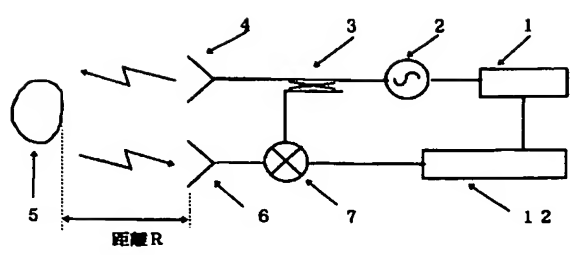
- 【圖 2】



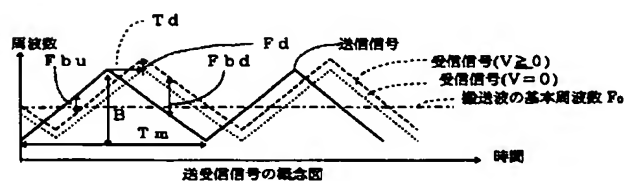
【图 10】



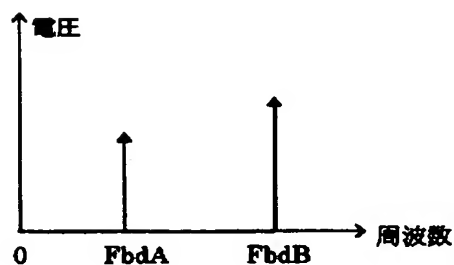
【圖 7】



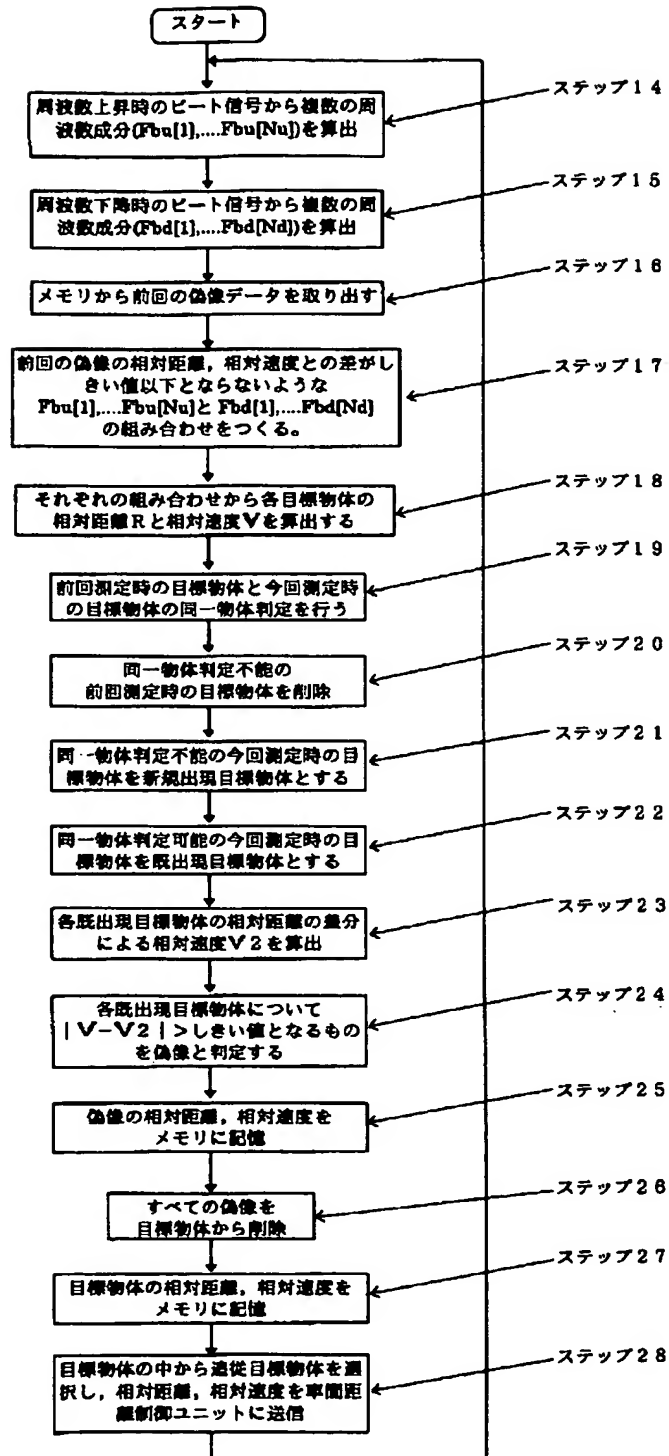
【图 8】



【图 1-1】

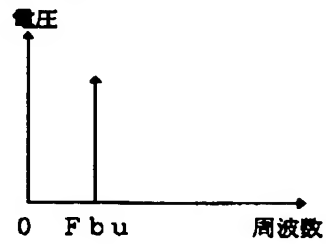


【図 6】

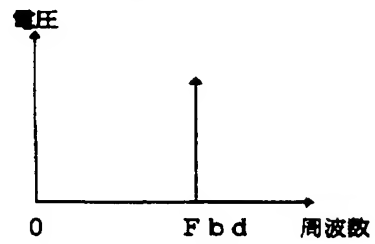


【図 9】

送信周波数上昇時のビート信号のスペクトル



送信周波数下降時のビート信号のスペクトル



【図 12】

